

ESTRATTO

dall'

Archivio Italiano di Anatomia e di Embriologia

Vol. LII — Fascicolo 1

FIRENZE — 1946.

COLECCION HERPETOLOGICA
Y BIBLIOTECA
Dr. José Miguel Cei

BIBLIOTECA
JORGE D. WILLIAMS

G. Cei.

Morfologia degli organi della vista negli insettivori

1. Centetidi e Potamogalidi (*Hemicentetes semispinosus* e *Potamogale velox*).

(Con 1 figura nel testo e tavv. I-III fuori testo).



FIRENZE
DITTA EDITRICE LUIGI NICCOLAI

—
1946

Istituto di Zoologia dell'Università di Firenze.

Morfologia degli organi della vista negli insettivori

(Con 1 figura nel testo e tavv. I-III fuori testo).

G. Cei.

1. Centetidi e Potamogalidi (*Hemicentetes semispinosus* e *Potamogale velox*).

Proseguendo nella serie delle mie indagini anatomo-comparative sui vari tipi di struttura, normali e degradativi, dell'apparecchio della vista nei Roditori e negli Insettivori, presento adesso quanto mi fu possibile osservare in esemplari caratteristici delle due famiglie esotiche ad organizzazione primitiva degli insettivori centetoidei *Potamogalidae* e *Centetidae*. La prima, poverissima di forme, abbraccia soltanto il curioso *Potamogale velox* DU CHAILLU dei bacini congolesi e del Calabar e il minuscolo *Geogale aurita* M. EDW. e GRAND. del Madagascar, secondo il WEBER (1928) riportabile invece ai veri Centetidi (1). La seconda, esclusiva della regione Malgascia, comprende i noti « Tanrec » (generi *Ericulus*, *Centetes*, *Hemicentetes*), simili a ricci spinosi di media o piccola statura, devoluti a vita notturna o crepuscolare e abili nello scavarsi tane riparate nel terreno roccioso e umido, dove si nascondono nelle ore del giorno o trascorrono durante vari mesi dell'anno lunghi periodi di estivazione. Altri Centetidi (*Oryzoryctes*) rassomigliano per altro a talpe, di cui possiedono le attitudini e i costumi sotterranei; altri ancora (*Limnogale*) risultano nettamente acquatici e ricordano moltissimo i potamogalidi africani.

Tra i « Tanrec » ho fin qui potuto esaminare l'occhio di *Hemicentetes semispinosus* CUV.; tra i Potamogalidi l'occhio del tipico *Potamogale velox*. È questo uno dei più robusti insettivori attuali, ana-

(1) WEBER M. — Die Säugetiere. Jena, 1928 (*subfam. Oryzoryctinae*).

logo a una lontra per aspetto esterno e per *habitat*, poichè vive di continuo nei profondi fiumi dell'Africa occidentale, ove si ciba quasi esclusivamente di pesci e di crostacei, che ghermisce a nuoto con la massima facilità, data la sua alta specializzazione morfologica per una completa esistenza acquatica.

Le presenti ricerche — e così quelle che nella serie le precedono e le seguono — non pretendono costituire una definitiva ed esauriente analisi morfologica e fisiologica dei fenomeni di degradazione dell'occhio in questi ordini di Mammiferi, massime nei riflessi della loro eventuale interpretazione patologica e probabilmente genetica. Spero tuttavia che oltre ad una prima prospezione anatomo-comparativa esse debbano offrirmi in seguito interessanti elementi per un esame comparativo generale del significato filetico di talune fondamentali strutture degli organi visivi e del loro comportamento evolutivo nei due suddetti gruppi sistematici. A tal fine possono quindi utilizzarsi benissimo anche dei materiali istologici prelevati da esemplari di collezioni sistematiche, sia pure di vecchia data e conservati in alcool: materiali che non riterrei invece soddisfacenti per uno studio più delicato e per una esatta interpretazione di fatti e di strutture isto-patologici, considerate le energiche proprietà disidratanti dell'alcool, mezzo grossolano e assolutamente sconsigliabile, anche secondo il ROCHON DUVIGNEAUD (1), per una perfetta fissazione e conservazione di interi organi visivi, tanto piccoli che di una certa grossezza. È poi superfluo aggiungere che di talune forme estremamente rare, come ad esempio il *Potamogale*, resta purtroppo praticamente impossibile di procurarsi individui viventi, i cui organi possano venir fissati con tutte le regole di una buona tecnica istologica e ci si deve quindi contentare per presentare delle notizie preliminari di quello che possono eventualmente concederci le collezioni raccolte, con tutt'altri scopi, da viaggiatori o da sistematici.

Nel nostro caso, gli occhi di *Potamogale* ed *Hemicentetes*, tolti ad esemplari in alcool a 70°, vennero passati in alcool più debole, lavati per 3-4 giorni in acqua corrente, rifissati in liquido di Susa e quindi trattati per la doppia inclusione in celloidina-paraffina, affettati in serie con sezioni di 8 μ e colorati con emallume eosina-

(1) ROCHON-DUVIGNEAUD A. — Le prélèvement et la fixation des globes oculaires dans les diverses classes de Vertébrés, etc. *Annales d'Oculistique*, 5, 1918.

orange. I preparati vennero eseguiti nell'Istituto di Anatomia Comparata dell'Università di Firenze, diretto dal Prof. N. BECCARI, e debbo render grazie per la loro buona riuscita alla solerte perizia tecnica del Comm. U. IGNESTI, Tecnico dell'Istituto stesso.

Occhio e organi annessi in *Hemicentetes semispinosus*
(Tav. I).

Estremamente minuscolo (circa mm. 1,160 di diametro trasverso) per un animale di media statura (il nostro esemplare era lungo senza la coda 13 cm.), il globo oculare rotondeggiante di *Hemicentetes* è appena visibile dall'esterno, essendo protetto da grosse palpebre rigonfie, delimitanti una ristretta apertura di circa mm. 2, e corrispondenti per il loro aspetto generale alle palpebre del vicino genere *Centetes*, descritte dall'EGGELING (1). Grande rassomiglianza strutturale tra questi due generi affini si ritrova altresì nella struttura istologica della congiuntiva, fortemente plicata e rivestita in gran parte da epitelio pavimentoso a più strati, oltre che dalla presenza in entrambi, all'altezza del fornice, di un cospicuo ammasso di ghiandole sebacee, di cui si seguono facilmente gli sbocchi nel sacco o camera congiuntivale (Tav. I, G.S.). Insieme a tracce residue di follicoli, esse starebbero a significare, stando all'EGGELING, l'esistenza di veri peli interni in abbozzi palpebrali ancora più primitivi di queste palpebre rudimentali; peli che, nell'interpretazione tutta personale di quell'A., sarebbero andati poi perduti per lo scivolamento della palpebra sul bulbo, mantenendosi invece le ghiandole sebacee ipertrofiche. Non mi sembra qui fuori luogo di ricordare pure come in altro occhio, molto più atrofico, d'insettivoro, quello della *Talpa europaea*, fosse un tempo segnalata dal KAZZANDER (2) l'esistenza di autentici peli sulla superficie interna delle palpebre e addirittura al margine sclerale della congiuntiva e sulla cornea.

La cornea è in quest'occhio modicamente convessa, con uno spessore di circa 35-45 μ nella sua parte centrale. Essa sovrasta una camera anteriore d'ampiezza poco rilevante, portandosi a di-

(1) EGGELING H. — Zur Phylognese der Augenlider. *Verh. Anat. Ges.*, 18, Vers., 1904.

(2) KAZZANDER J. — Zur Anatomie der Augenlider beim Maulwurfe. *Anat. Anz.*, 54, 1921.

retto contatto con l'iride per un buon tratto della sua superficie marginale interna. L'epitelio corneale, a 3-4 strati, è alto $14\ \mu$; le membrane limitanti, esterna e interna, sono poco distinte, ma non così l'endotelio, chiaramente visibile anche se esilissimo.

La *sclerotica* appare relativamente sottile ($50-55\ \mu$) e pigmentata; la *corioidea* ($45-50\ \mu$) a differenziazione non elevata, massime nella sua lamina vascolosa. A contatto con la lamina basale della membrana uveale raggiunge invece uno spessore e una robustezza assai notevoli lo strato pavimentoso pigmentato della retina, alto circa $10-12\ \mu$. Ai *corpi ciliari*, brevi e di altezza mediocrissima, con fibre muscolari del muscolo ciliare particolarmente ridotte, fa seguito anteriormente l'*iride*, ricca di pigmento, delimitante una larghissima apertura pupillare e provvista nella sua regione marginale ingrossata di un muscolo sfintere ancora discretamente sviluppato.

Il *cristallino* è a forma di lente globosa, biconvessa, con un diametro equatoriale di circa $660-700\ \mu$; vi si può descrivere dalla sua superficie esterna una cristalloide sottilissima, cui sottostà uno strato epiteliale ad elementi regolari e appiattiti, diradanti sempre più al disotto della zona dei nuclei, verso il polo posteriore della lente. La differenziazione in fibre sembra pertanto generale ormai in tutta la massa dell'organo, presentandosi riuniti i singoli elementi fibrosi cristallinici in grossolane lamelle poco colorabili dall'orangeosina, riunite da abbondante sostanza cementante jalina, soprattutto verso la regione posteriore. La differenziazione in fibre è naturalmente meno avanzata alla periferia della regione equatoriale (zona dei nuclei); tuttavia, pur non trattandosi di un cristallino a struttura istologica molto evoluta (limitato spessore della capsula esterna, aspetto e disposizione delle fibre periferiche e nucleari), non vi sembrano rilevabili dei fatti particolari di arresto di sviluppo o degenerativi, tali ad ogni modo da poter venir posti in sicura connessione con le caratteristiche funzionali di quest'organo agli effetti fisiologici della visione.

La *retina* risulta ad un primo rapido esame relativamente spessa (circa $110-120\ \mu$ tra la papilla e l'ora serrata), costituita da tutti i suoi diversi strati, disposti abbastanza regolarmente. Lo strato gangliare, relativamente alto, possiede grandi e radi nuclei sparsi in più punti entro lo strato successivo (plexiforme interno) e fino ad immediato contatto con lo strato dei granuli interni, le cui cellule appaiono disposte in 4-5 file, essendovi nettamente riconosci-

bili già nella fila più esterna le numerose cellule unipolari o amacrine, piriformi, rivolte verso lo strato plessiforme interno col loro grosso prolungamento dendritico. Ad uno strato plessiforme esterno di spessore piuttosto limitato fa quindi seguito il compatto strato dei granuli esterni, piccoli e allineati regolarmente su 5-6 file: notevoli per la loro lunghezza, tra i granuli esterni e le alte cellule pigmentate dell'epitelio pavimentoso a contatto con la corioidea, appaiono infine i prolungamenti a bastoncino poco differenziati delle cellule visive, rigonfi nel loro segmento interno, finemente granuloso. Poco resta da aggiungere per il nervo ottico, che sembra attingere un diametro di circa 130-140 μ in immediata vicinanza del bulbo.

Absolutamente notevole si dimostra invece nel vitreo la persistenza di cospicue tracce dell'*arteria jaloidea* (Tav. I, A.J.), col suo tronco centrale e con le sue ramificazioni secondarie, facilmente perseguibili dalla papilla ottica e fino alla superficie inferiore della capsula del cristallino, cui vengono ad applicarsi abbracciandolo in un plesso capillare finissimo. È questa una struttura residua a netto carattere embrionale, nota ad esempio, ma in uno stadio di minore sviluppo, negli Erinaceidi, e sulla quale ci soffermeremo meglio più innanzi, tornando ad incontrarla nell'organo visivo di *Potamogale velox*.

Circa gli organi accessori di questo apparecchio visivo, potremo metterne in rilievo i grossi *muscoli oculo-motori*, retti e obliqui, che vanno normalmente ad inserirsi sulla guaina sclerale; non si riesce invece a rintracciare nei preparati il *muscolo coanoide* o *retractor bulbi*, che generalmente accompagna negli anfibi, nei rettili e nei mammiferi il nervo ottico, avvolgendolo con i suoi fasci.

Non si può constatare in *Hemicentetes* l'esistenza di una *terza palpebra*, nè di una *ghiandola nittitante*. In posizione posteriore rispetto al bulbo, giacente con la sua muscolatura entro l'orbita, avvolto in una robusta e densa capsula connettivale, scarsissima di tessuto adiposo, segnaleremo invece un grosso corpo ghiandolare a carattere siero-mucoso, riferibile probabilmente alla *ghiandola di Harder*.

Occhio e organi annessi in *Potamogale velox* (Tav. II, III e fig. 1 in testo).

Caratteristica di questo piccolo occhio, lungo circa mm. 2,8 (asse antero-posteriore) e largo poco più di mm. 2, è la sua posizione

profondamente incassata nell'orbita, ivi strettamente fasciato da una robustissima capsula connettivale e ben protetto anteriormente mediante *palpebre* di un eccezionale spessore (vedi Tav. II e III), guarnite verso l'esterno di numerose ciglia e ricche di ghiandole di tipo sebaceo, spesso in rapporto con follicoli come nei *Centetes* (1).

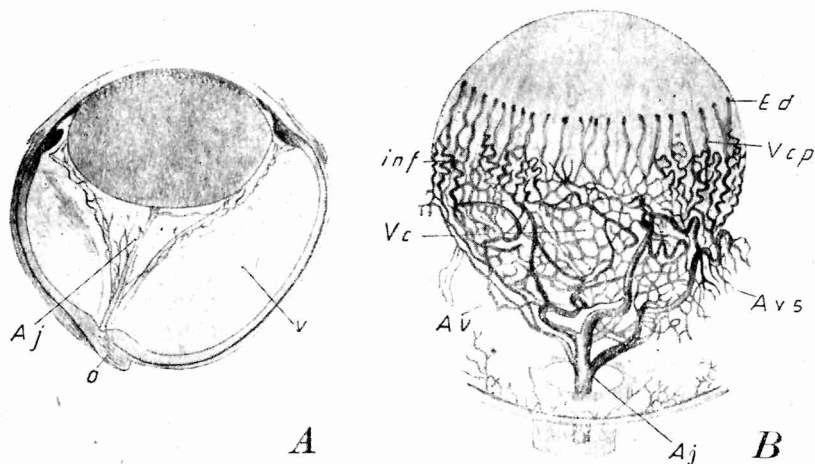


Fig. 1. — A. Sezione meridionale dell'occhio di un Coniglio nato da un giorno, onde dimostrare la presenza dell'« imbuto » residuo vascolare nel vitreo. (Fortemente ingrandito). Sec. RETZIUS (1894), da FRANZ V. (*Handbuch der Vergleichenden Anatomie der Wirbeltiere*, 1934).

B. — Vascolarizzazione dell'occhio in embrione umano della lunghezza vertebro-coccigea di mm. 63 nelle regioni del vitreo del cristallino e capsulo-pupillare (da VERSARI). (Ingr.).

Aj, arteria jaloidea; Av, arterie del vitreo; Avs, arterie superficiali del vitreo in via di involuzione; Vc, porzione capsulare del reticolo vascolare del cristallino; Vcp, uno dei vasi della regione capsulo-pupillare; Ed, estremità distale di uno dei detti vasi, che, sparito il vaso anulare, sboccano nel reticolo capillare della zona ciliare; inf, inflessioni di vasi superficiali del vitreo in prossimità del loro sbocco in vasi della porzione capsulo-pupillare della tonaca vascolare del cristallino; V, vitreo; O, nervo ottico.

Esaminato nelle sue singole parti, a cominciare dalla superficie esterna, esso ci rivela una *cornea* abbastanza spessa (75-90 μ verso il centro), a forte curvatura, con epitelio a 3-4 strati di cellule: vi si dimostra con chiarezza l'endotelio a larghe cellule appiattite che

(1) Anche l'apertura palpebrale è molto piccola, circa mm. 2,5.

la riveste internamente ma ne risultano sottili e pochissimo differenziate le membrane basali, anteriore e posteriore.

La cornea concorre, insieme all'iride e alla superficie capsulare del cristallino, a delimitare una spaziosa camera anteriore, terminante ad angolo acuto all'altezza dei corpi ciliari. I suoi fitti fascetti di fibrille si continuano quindi nella *sclerotica*, relativamente uniforme e sottile (circa 40 μ) e scarsa di cellule pigmentate. Alla sclerotica si sovrappone internamente la *corioidea*, alta 65-80 μ e ricchissima di pigmento (Tav. III, 3): vi si possono riconoscere una lamina sovracorioidea particolarmente ispessita, le cui lamelle sono fittamente gremite di elementi melanofori, una lamina vascolosa, ridotta ad un unico strato di larghi e radi vasi di vario calibro, una lamina corio-capillare sottile e libera da pigmento e finalmente una esilissima lamina basale. Nell'insieme la rete vascolare uveale sembra ricondurci ad una fase poco progredita di sviluppo della corioidea, di cui parrebbero testimoni i due soli strati della lamina vascolare, non completamente differenziata.

I *corpi ciliari* non appaiono rilevanti, secondo quanto si nota generalmente negli occhi degli Insettivori. All'orbicolo fanno seguito i semplici rilievi mammellonati della corona, molto pigmentati e ben vascolarizzati, rivestiti dalle alte cellule della *pars ciliaris retinae*: assai ridotti risultano i muscoli ciliari, forniti da ramuscoli dell'arteria ciliare anteriore, che si può agevolmente seguire per tutto il suo decorso nei preparati, accollata ai tendini dei muscoli oculari.

L'*iride* invece è ben sviluppata e delimita una larga pupilla. Al margine pupillare si constata l'esistenza di un forte muscolo sfintere: sono chiaramente distinguibili l'endotelio esterno, le larghe maglie spugnose connettivali dello stroma, fitte di cellule intensamente pigmentate e di vasi, lo strato esterno, pure pigmentato, dell'epitelio e le cellule cubiche dello strato interno. Non vi sono osservazioni degne di nota nei confronti del cosiddetto legamento pettinato dell'iride e del sistema trabecolare sclero-corneale.

Il *cristallino*, fortemente biconvesso, colpisce per la sua grossezza (diametro equatoriale di circa mm. 1,450) e per la sua struttura, sensibilmente differenziata, considerando la relativa piccolezza di tutto l'organo visivo, accompagnata altresì da taluni caratteri d'evidente primitività evolutiva (vascolarizzazione di tipo embrionale). Costituito da fibre sottili e allungate, distinguibili in un compatto nucleo interno e in una corteccia lamellare periferica, vi si

descriverà una grossa cristalloide omogenea (9-11 μ all'equatore), elastica e resistente, un regolare epitelio di cellule appiattite, disposte in un sol strato immediatamente sotto la capsula e via via più rare verso il polo posteriore, e una rada « zona dei nuclei » nella regione ciliare, dove resta agevole seguire dagli strati periferici all'interno le cellule e poi le fibre più giovani, allungate, in corso di progressiva differenziazione (vedi Tav. III, 4).

Non inferiore a 130-135 μ si riscontra lo spessore della retina in *Potamogale*, e di questi almeno 30 μ vanno allo strato plessiforme interno, 20 μ allo strato dei granuli interni, 20 μ allo strato plessiforme esterno e non meno di 30 μ allo strato dei granuli interni, i cui nuclei piccoli ma fittissimi si ammassano compatti in 8-10 file. Lo strato gangliare contiene grosse cellule irregolarmente disposte su di un'unica fila, alcune però contenute anche nello strato successivo sottostante (strato plessiforme interno); lo strato dei granuli interni è caratterizzato dalla presenza di 4-5 file di cellule nervose, tra cui si possono riconoscere, allineate in una ben distinta doppia fila superficiale, le grandi cellule orizzontali. Lunghissimi sono i prolungamenti a bastoncino delle cellule visive, specialmente nei loro sottili e cilindrici segmenti esterni, che vanno a porsi in diretto rapporto con gli elementi dell'epitelio pigmentato retinico. Non sembrano qua riconoscibili dei veri coni, nè parrebbe altresì troppo avanzato nella sua differenziazione morfologica lo stesso strato dei bastoncelli, diversi dai b. tipici per la loro forma indecisa, riconosciuta del resto in parecchi altri insettivori, quali i Ricci, le Talpe, i Toporagni, ecc. Uno spessore assai modesto si può invero segnalare per l'epitelio pavimentoso esterno, ricco di granuli di pigmento ma con cellule particolarmente appiattite.

Insieme alle fibre del nervo ottico penetrano entro il bulbo nella regione della papilla anche i principali tronchi vascolari, tra cui molto evidente e fortemente sviluppato quello arterioso, che prende nome, com'è noto, di *arteria jaloidea*. Dal ROCHON-DUVIGNEAUD (1934) fu già segnalata in *Erinaceus europaeus* l'esistenza nell'adulto di ramuscoli non ancora oblitterati di detta arteria, vestigie di una struttura embrionale non interamente superata e definiti dall'A. come « più nocivi che utili alla nitidezza della visione » (1). Nota

(1) ROCHON-DUVIGNEAUD A. — Notes d'Ophtalmologie comparée. I. Les yeux des Musaraignes. *Bull. Soc. Zool., Fr.*, 59, 1934.

pure nelle Talpe — e parallelamente anche in certi roditori microftalmi ipogei (*Spalax*, *Tachyoryctes*, ecc.) —, la persistenza di una vera arteria jaloidea, variamente ridotta o sviluppata, parrebbe essere quindi una delle caratteristiche più notevoli degli Insettivori *lipotyphla* più primitivi, in accordo con quanto ho dapprima accennato per *Hemicentetes*.

Questo di *Potamogale* ritengo comunque debba rappresentare uno dei casi in cui maggiormente s'accentua la conservazione di una siffatta disposizione anatomica, davvero riportabile ai primi stadi dello sviluppo embrionale dell'occhio dei mammiferi. Seguendola nelle sezioni in serie, si rileva infatti come, poco dopo il suo ingresso in cavità tramite la papilla, l'arteria jaloidea tenda a ramificarsi, attraversando il vitreo, in numerosi rami secondari, assimilabili gli uni a dei veri *vasa jaloidea propria* — destinati, come sappiamo dall'embriologia comparata, alla vascolarizzazione del vitreo — riferibili gli altri, applicati direttamente sulla superficie posteriore della cristalloide (vedi Tav. III, 1), alle diramazioni secondarie del tronco centrale, che inoltrandosi con le loro successive biforcazioni ed anastomosi tutt'intorno al cristallino ne costituiscono una vera e propria tonaca vascolosa, paragonabile a quanto viene descritto nell'uomo e nei mammiferi in uno stadio più o meno precoce, a seconda delle varie specie, del loro sviluppo embrionale (cfr. la fig. 1, A e B). Il decorso di tali ramuscoli capillari è effettivamente spinto molto in avanti in *Potamogale* ed abbraccia l'intera fascia equatoriale del cristallino, raggiungendone la regione ciliare. Non si possono però fornir dettagli più completi, almeno sulla scorta delle presenti indagini, circa la struttura del probabile reticolo capillare della zona ciliare, reticolo che durante lo sviluppo degli embrioni umani e di quelli d'altri mammiferi prende normalmente il posto del cosiddetto vaso anulare, sito al limite anteriore della corio-capillare.

Non insistendo per il momento sulle possibili conseguenze funzionali di quanto abbiamo fin qui segnalato dal punto di vista morfologico, aggiungeremo ancora dei succinti cenni descrittivi sul nervo ottico e sui vari organi accessori, ghiandolari e protettivi, di quest'occhio minuscolo e singolare.

Il *nervo ottico* raggiunge un diametro di circa 140-160 μ in vicinanza del bulbo. È rivestito di guaine durali sottili e pigmentate, cui fa seguito tutt'intorno del connettivo fibrillare, attraversato da

vasi e poverissimo di lobuli o di cellule adiposi. S'accollano al nervo ottico, penetrando assieme entro il globo oculare, i grossi tronchi venosi e arteriosi (arteria jaloidea, vena centrale della retina) destinati alla vascolarizzazione retinica. Non si può invece osservare la presenza dell'importante *muscolo retrattore del bulbo*, notevole altrove per i suoi indiretti rapporti col meccanismo di chiusura della terza palpebra, quando essa esiste o è funzionante.

Ben sviluppati appaiono i *muscoli oculo-motori*, tanto i retti che gli obliqui; tuttavia dalla persistenza di un apparecchio motore più o meno regolarmente costituito non potremmo sentirci autorizzati a trarre delle deduzioni circa la mobilità dell'occhio del *Potamogale*, poichè sappiamo dalle ricerche del PUTTER e del WEBER come in altri mammiferi acquatici (cetacei, pinnipedi, sirenidi) delle condizioni d'immobilità, più o meno pronunciata, sembrano accompagnarsi all'esistenza di una muscolatura retta e obliqua all'incirca normale, cui s'unisce talora (*Balaena mysticetus*) un complesso di forti muscoli sussidiari esterni ai retti, inseriti sulle palpebre, enormi ma complessivamente inerti. Anche il lungo *muscolo elevatore della palpebra superiore*, del resto, non parrebbe accusare in questo centotoideo alcun evidente carattere di regressione. Alla palpebra inferiore va bensì un muscolo più gracile ma presso a poco omologo al precedente. Per il suo significato credo opportuno ricordare quanto si conosce in taluni mammiferi, massime quelli acquatici, circa la presenza e la funzionalità del muscolo *Depressor palpebrae inferioris* (Elefante, Cetacei, *Lutra*, Pinnipedi), che concorre alla chiusura delle palpebre allorchè l'animale si tuffa, unitamente ai *muscoli orbicolari*. Quest'ultimi esistono e sono ben sviluppati pure in *Potamogale*.

Tutti i suddetti fasci muscolari attraversano nel loro decorso il denso strato di connettivo che abbraccia posteriormente il bulbo e il nervo ottico: degna di nota è la particolare scarsezza di tessuto adiposo accusata in genere dalla regione immediatamente retrostante al globo oculare, a confronto di quanto si rinviene in un gran numero d'altre forme di mammiferi, dove il tessuto in parola tende ad addensarsi in vere e proprie capsule o corpi adiposi.

Non ho potuto compiere osservazioni circa l'esistenza di una tipica *gh. di Harder*, che, ove sia presente, non parrebbe spingersi affatto in avanti nè in prossimità del globo oculare. Anteriormente, nella regione del fornice congiuntivale, s'aprono invece i canali escre-

tori di un cospicuo corpo ghiandolare di natura lacrimale, posto superficialmente e adiacente al globo, apparendo esteso con i suoi lobi soprattutto in corrispondenza della palpebra superiore e sul lato temporale, a giudicare anche dal numero dei condotti terminali che vi sboccano. Non potrei ancora decidere da queste prime ricerche se tale ammasso di tubuli sierosi a carattere lacrimale (vedi Tav. III, 5) sia o no omologabile ad una grossa ghiandola lacrimale indistinta, prevalentemente sviluppata lungo la parte superiore della palpebra superiore, quale venne descritta — per altro fin qui con poca chiarezza e sicurezza — nei Cetacei, dove, secondo l'OVIO (1), già fu ritenuta come l'insieme di quello che in altri vertebrati si differenzia in gh. lacrimale vera e in gh. di Harder, riportandosi in tal caso l'abbozzo d'origine alla palpebra superiore anzichè alla inferiore, come si riscontra di solito in tutte le altre specie. Fu detto del resto che una vera ghiandola lacrimale tende a presentarsi in genere fortemente ridotta nei vertebrati acquatici, mammiferi compresi. Sono per altro note delle evidenti eccezioni a questa asserzione: ad esempio, nelle grandi Testuggini acquatiche (*Chelonia mydas*), dove un tale organo ghiandolare compare invece enormemente sviluppato.

Nell'interno della camera o sacco congiuntivale noteremo numerose e lunghe pieghe, rivestite di un epitelio pluristratificato altissimo, ghiandolare e fortemente desquamato nei suoi strati superficiali. Non sembra però sussistere in *Potamogale* una vera *terza palpebra* o nittitante accompagnata da lamine cartilaginee. La struttura della *congiuntiva*, largamente provvista di epitelio pavimentoso pluristratificato, sembra riportarci ad un tipo primitivo, analogamente a quanto vien descritto, a detta dell'EGGELING, per i centetidi. Stando a questo A., infatti, la prevalenza di un semplice epitelio pavimentoso a carattere tegumentario sarebbe un carattere ancestrale, riferibile alle informi pieghe palpebrali cutanee dei primi antenati acquatici dei mammiferi attuali, riportandosi quindi allo sviluppo evolutivo delle forme terrestri la progressiva complicazione delle palpebre e la comparsa del loro tipico epitelio cilindrico pluristratificato palpebrale. Anzi, sempre secondo l'EGGELING, sareb-

(1) OVIO G. — Anatomia e fisiologia dell'occhio nella serie animale. Vallardi, Milano, 1925.

be indice di un successivo adattamento alla vita acquatica la scarsa estensione dell'epitelio pavimentoso nella congiuntiva di *Ornithorhynchus*, del Delfino e della Foca.

Considerazioni generali

L'impressione che si ritrae dal nostro succinto esame dell'apparecchio della vista in entrambi questi centetoidei è che lo stadio organizzativo da essi raggiunto appare senza dubbio improntato a una particolare « disarmonia » di sviluppo, espressa nella maniera più evidente dalla coesistenza di parti strutturalmente assai evolute e di altre parti corrispondenti invece ad una fase primitiva dei processi organoformativi, secondo i termini di confronto consentitici dallo studio embriologico comparativo dell'occhio dei mammiferi.

Riscontriamo infatti in *Hemicentetes* e ancor di più in *Potamogale* un cristallino biconvesso di notevole grandezza e regolarmente differenziato in fibre; con capsula ispessita e con distinzione in nucleo e corteccia in *Potamogale*, con uniforme strato epiteliale anteriore e regolare zona dei nuclei in entrambi, senza visibili tracce, d'altronde, di processi alterativi o degenerativi secondari. Così pure la retina non parrebbe accusare in tali insettivori fatti peculiari d'arresto di sviluppo, potendovisi soltanto segnalare, sulla base di una prima recognizione istologica, la relativa scarsezza delle cellule gangliari, irregolarmente disposte e reperibili altresì nel sottostante strato plessiforme interno. Anche per la cornea e per l'iride non sembra esistere alcun fenomeno degradativo di speciale rilievo; nella prima anzi è osservabile un sottile ma evidente endotelio al limite della camera anteriore, nella seconda un muscolo sfintere circolare di particolare estensione e robustezza. La modesta altezza dei corpi o processi ciliari è d'altra parte caratteristica generale degli insettivori; ridotte vi appaiono le fibre circolari e meridionali del muscolo ciliare, ma anche questa risulta una osservazione frequentissima, tanto negli insettivori che nei più diversi tipi dei roditori.

Appare viceversa comparativamente poco avanzata la differenziazione della membrana uveale e, quel che è più interessante, si può addirittura segnalare in questi centetoidei primitivi la persistenza di un vero vitreo vascolare di tipo embrionale, con evidente presenza della arteria jaloidea (Tav. I, II e III, 1), la quale,

soprattutto in *Potamogale*, va direttamente a raggiungere la superficie posteriore della lente e vi si espande con i suoi ramuscoli terminali in una vera e propria tonaca vascolosa. Ciò trova pertanto paragone con le strutture transitorie proprie di periodi assai precoci del normale sviluppo dell'occhio in embrioni d'altri mammiferi (cfr. la figura 1) e, per lo stesso aspetto anatomo-istologico della vascularizzazione del vitreo, sembra bensì riportarci ad una fase iniziale della comparsa del vitreo definitivo retinico, allorchè il vitreo primitivo centrale non è ancora compresso e in via di regressione, come avviene in seguito, quando entro alla limitante fibrillare intervitreale non si mantiene altro che un tronco residuo dell'arteria jaloidea, scarsamente ramificato e accompagnato dalle fibrille e dai plessi a decorso antero-posteriore (zonula posteriore del Druault). In un regolare prosieguo di sviluppo anche siffatte strutture, residue del vitreo primitivo, non mancherebbero d'obliterarsi più o meno completamente, lasciando come ultima vestigia embrionale il noto « canale del Cloquet », ancora più o meno dimostrabile nei neonati o negli adulti di varie specie di mammiferi.

Detta fase terminale dell'organogenesi del vitreo, di grande importanza agli effetti della morfologia e della fisiologia dell'apparecchio visivo, sembra dunque far difetto in *Potamogale* e in *Hemientetes*, per quanto, a differenza ad esempio dalle Talpe, non vi si debbano constatare altri importanti e concomitanti fenomeni di arresto di sviluppo, almeno per la cornea, per la sclerotica, per la membrana retinica, per il cristallino e per il suo apparato di sospensione.

A proposito dell'occhio degradato delle Talpe, il ROCHON-DUVIGNEAUD in una sua recente opera (1), osserva giustamente che : « parmi les causes immédiates de la petitesse de l'oeil de la Taupe il faut sans doute attribuer une importance prépondérante à la non-apparition du vitré définitif ». Io pure ritengo che, riferendoci al vitreo, come dice poco avanti questo A., quale « fattore essenziale del volume e della tensione dell'occhio », la sua persistenza allo stadio vascolare debba avere il massimo peso nelle ridottissime dimensioni mantenute negli adulti dai globi oculari dei centetoidei, e — potremmo aggiungere — in generale degli insettivori *lypotyphla*.

(1) ROCHON-DUVIGNEAUD A. — Les yeux et la vision dans les Vertébrés. Masson, Paris, 1943.

Così, oltre che nei Talpidi, ove le dimensioni assolute e relative dell'occhio sono davvero piccolissime, restano sovente delle tracce cospicue del vitreo primitivo nei Sorecidi, in gran parte microftalmi e taluni con occhi degradati; in *Erinaceus europaeus*, però, e in *Gymnura suilla*, dove la regressione della vascolarizzazione embrionale del vitreo è senza dubbio più spinta che in una *Talpa*, in una *Condylura*, o in un *Anurosorex*, le dimensioni del globo oculare sono, in proporzione, più grandi (nel Riccio il globo oculare ha una lunghezza di circa mm. 5,5).

Il grado di microftalmia attinto nel nostro caso dai centetoidei è effettivamente molto notevole. Il rapporto approssimato tra l'asse antero-posteriore dell'occhio e la lunghezza totale del corpo, che sembra elevarsi a 1 : 60, 1 : 70 nei Toporagni, a 1 : 60 nelle Arvicole sotterranee e a 1 : 180 nella *Talpa europaea*, ascende a dei valori di circa 1 : 110 in *Hemicentetes* e di circa 1 : 108 in *Potamogale*, esclusa la coda, robustissima e massiccia, con la quale l'esemplare esaminato, lungo altrimenti 30 cm., potrebbe invece raggiungere i 55 cm. ed eleverebbe di conseguenza il rapporto in questione a non meno di 1 : 195, superiore addirittura a quello della *Talpa*.

Agli effetti di una precisa comprensione della funzionalità di questi occhi occorrerebbe certamente uno studio più dettagliato della retina e del nervo ottico (numero e decorso delle fibre, loro struttura istologica, numero e disposizione delle cellule gangliari e loro rapporti, ecc.). Condizioni favorevoli per la visione si dimostrerebbero il sensibile restringersi dell'angolo di apertura corneale in *Hemicentetes* (meno in *Potamogale*) e l'esistenza nell'apparecchio diottrico di una grossa lente fortemente biconvessa, relativamente ben differenziata e presumibilmente dotata di una sufficiente trasparenza, a giudicare dalla sua struttura (in minor grado in *Hemicentetes*). Ma d'altra parte, sempre nell'apparecchio diottrico, un rilevante ostacolo alla nitidezza della visione dev'essere rappresentato dalla persistenza del vitreo vascolare, dispositivo embrionale le cui semplici tracce negli adulti già contribuirebbero in *Erinaceus*, secondo il ROCHON-DUVIGNEAUD, a determinare grande indecisione e confusione nelle immagini che si proiettano sulla retina.

Il genere di vita proprio dei *Potamogale* non dovrebbe per altro richiedere un troppo alto grado di efficienza degli organi della vista. Si tratta infatti, come abbiamo accennato in principio, di rari animali acquatici confinati nei grandi fiumi occidentali africani, abili

nuotatori e voraci predoni di pesci e di crostacei. La morfologia e la struttura della loro camera congiuntivale, abbastanza primitiva a somiglianza di quella dei Centetidi, la riduzione accentuata dell'apertura palpebrale e lo sviluppo straordinario della muscolatura destinata alla stretta chiusura delle palpebre sembrano parlarci invece in favore di un occhio funzionalmente decaduto e ormai poco utilizzato nel corso della vita di relazione e nei rapporti ecologici di questi insettivori primitivi. Poco o nulla ci è noto sulle correlazioni dei loro organi di senso; ne sarebbe quindi davvero interessante un completo studio anatomico-fisiologico, massime delle enormi vibrisse e dell'esteso organo olfattivo, che probabilmente debbono sopperire col loro ragguardevole sviluppo alla deficienza e alla disarmonia dall'apparecchio della vista. Quanto agli *Hemicentetes*, animalletti terricoli e notturni, si può pensare a delle decise analogie con gli Erinaceidi sia per le abitudini che per i rapporti sensoriali recettivi col mondo esterno. Anche per loro dunque una visione imperfetta non parrebbe dover rappresentare un eccessivo svantaggio nei propri limitati rapporti con l'ambiente.

Non appare esistere in queste forme di centetoidei una membrana nittitante o terza palpebra; ed è particolarmente interessante la sua assenza in un tipo così decisamente limnico come il *Potamogale*, poichè quando fu riscontrata venne talora posta in rapporto con un'esistenza acquatica, sebbene se ne sia osservata la presenza, ad esempio, nelle foche e nei dugonghi, ma non nei cetacei, balene e delfini. Degna di ulteriori ricerche, nei riguardi dell'origine e dell'evoluzione delle ghiandole di tipo lacrimale negli Insettivori, sarebbe infine la grande ghiandola sierosa anteriore, con più sbocchi nella camera congiuntivale, all'altezza del fornice, da me descritta in *Potamogale* ma non reperibile in *Hemicentetes*.

Dal punto di vista filetico, lo studio degli organi visivi nei Centetoidei, in rapporto agli altri insettivori, sembra condurre per quanto fino ad ora ci consta a considerazioni d'ordine generale che certamente non contrastano con le vedute filetiche dei mammalogi. Così la tendenza alla persistenza di strutture embrionali (arresto di sviluppo di alcuni organi, vitreo vascolare), accompagnata dal concomitante prevalere della microftalmia, domina nell'intero gruppo dei Sorecidi, vicini sotto vari aspetti agli antichissimi Centetidi, nei Crisocloridi aberranti, legati pure ai secondi, sembra, da vincoli genetici, sulla base della stessa dentatura, forse nei Solenodontidi

e, su scala ancora più ampia, nei Talpidi, dove s'avvia a toccare il massimo delle sue conseguenze filogenetiche nella direzione della massima degradazione, anatomica e funzionale, unita al definitivo prevalere dell'adattamento biologico ad una esistenza ipogea. Da questa serie di insettivori, alla cui base probabilmente, per la struttura dell'occhio, dovrebbe particolarmente avvicinarsi il tipo dei centetoidei, con il loro miscuglio disarmonico di caratteri progrediti e vestigiali o addirittura embrionali, si può invece considerare sotto qualche rispetto separata la stirpe degli Erinaceoidei, dove molto minore appare in genere la tendenza filetica alla microftalmia, per quel che almeno si conosce attualmente circa le loro forme, pur persistendovi sempre, entro certi limiti, delle evidenti tracce dell'arteria jaloidea o cristallinica, non interamente superate (*Erinaceus europaeus*) nel corso del loro sviluppo. Secondo il WEBER pertanto questi insettivori molto antichi e differenziati sarebbero riunibili soltanto alle loro lontane radici evolutive con gli altri rami dei *Lypotyphla*; secondo poi il WINGE e CARLSSON le affinità genealogiche sarebbero ancora maggiori tra le Gymnure e i Ricci e i Macroscelidi, gli agili cacciatori roccicoli (*Menotyphla*), dotati di occhi ben proporzionati e funzionanti — come è noto — per una tipica visione diurna (presenza di soli coni nelle cellule visive della retina).

Conclusioni

1. Si constata in *Hemicentetes semispinosus* e in *Potamogale velox* un rilevante grado di microftalmia, sia per le dimensioni assolute che per quelle relative del globo oculare.

2. La piccolezza dell'occhio s'accompagna in entrambi, ma principalmente in *Potamogale*, a una singolare « disarmonia » morfologica del piano di organizzazione dell'apparecchio visivo, espressa dalla coesistenza nello stesso apparecchio diottrico di organi altamente differenziati, come il cristallino, e di strutture primitive, come il vitreo vascolare, di evidente tipo embrionale.

3. Lo studio delle palpebre e della camera congiuntivale ci riconduce, per la costituzione istologica della congiuntiva e per la disposizione dei grandi ammassi di ghiandole sebacee nella regione prossima al fornice, allo schema caratteristico di *Centetès*, descritto

dall'EGGELING. Manca in entrambe queste forme una membrana nittitante o terza palpebra, con ghiandole relative.

4. Si osserva in *Potamogale* un grande corpo ghiandolare sieroso di tipo lacrimale, esteso anteriormente attorno all'occhio ed apren-tesi, con più condotti escretori, nella regione antistante al fornice congiuntivale. Detto corpo, probabilmente, potrebbe rivestire un notevole interesse, in un esame più approfondito ed esteso al suo sviluppo embriologico, per la ricostruzione filogenetica della comparsa e della differenziazione delle ghiandole di tipo lacrimale negli Insettivori (ghiandole lacrimali in senso stretto, ghiandole di Harder), tenuto conto della grande primitività strutturale e filetica dei centetoidi, riconosciuta dai sistematici.

SPIEGAZIONE DELLE TAVOLE

Tav. I. — Sezione semischematica dell'occhio di *Hemicentetes semispinosus* (da preparati in serie).

C.C., camera congiuntivale ; G.S., ghiandole sebacee ; C, cornea ; I, iride ; P.C., processi ciliari ; Cr, cristallino ; V, vitreo ; R, retina ; Co, corioidea ; S, sclerotica ; A.J., arteria jaloidea ; N.O., nervo ottico ; M, muscoli oculomotori.

Tav. II. — Sezione semischematica dell'occhio di *Potamogale velox* (da preparati in serie).

P, palpebre ; C.C., camera congiuntivale ; G.S., ghiandole sebacee ; C, cornea ; I, iride ; P.C., processi ciliari ; Cr, cristallino ; V, vitreo ; R, retina ; Co, corioidea ; S, sclerotica ; A.J., arteria jaloidea ; N.O., nervo ottico ; M, muscoli oculomotori ; M₁, muscoli motori delle palpebre ; G.L., ghiandola di tipo lacrimale.

Tav. III.

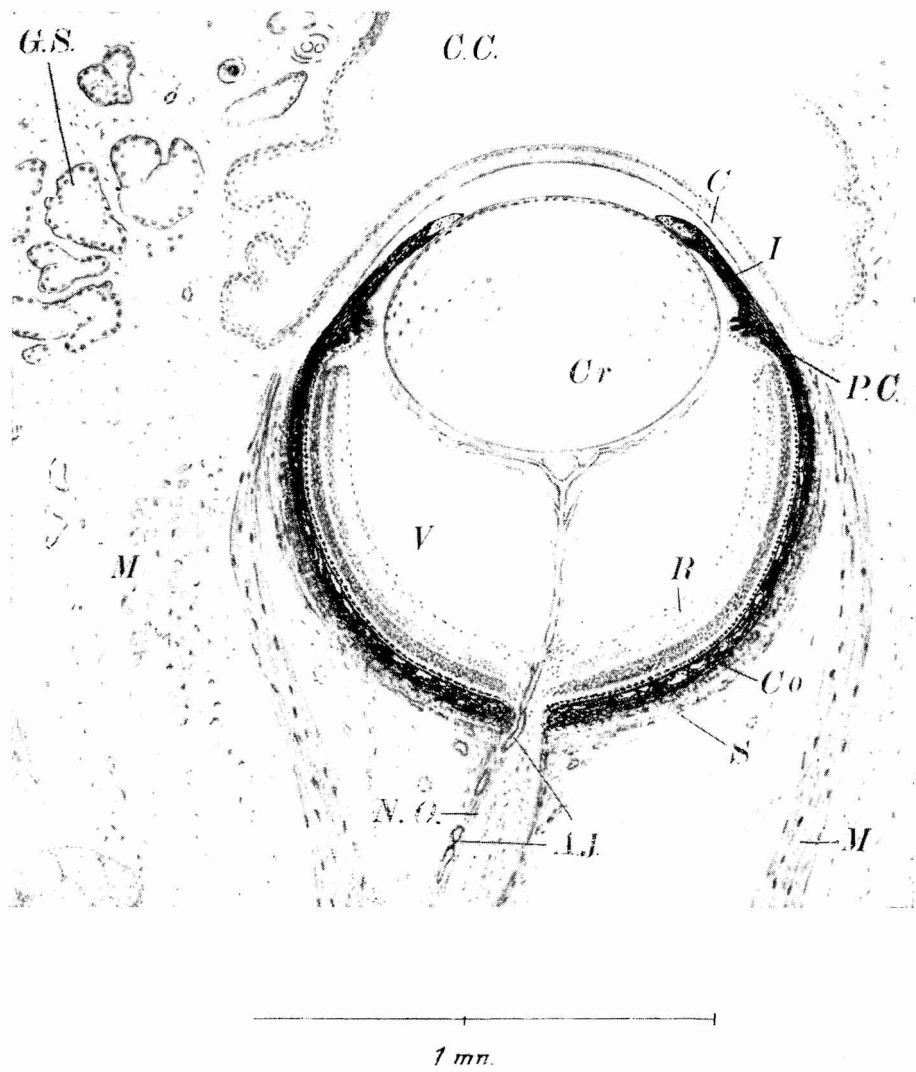
Fig. n. 1. — Arteria jaloidea nel vitreo vascolare di *Potamogale velox* adulto. (Ingr. microfot. 170 × circa). Cr, cristallino (superficie posteriore) ; p.o., papilla ottica e punto d'ingresso della arteria jaloidea ; a.j., arteria jaloidea ; r, retina ; c, corioidea. (Notare sulla superficie del cristallino le diramazioni della a.j.).

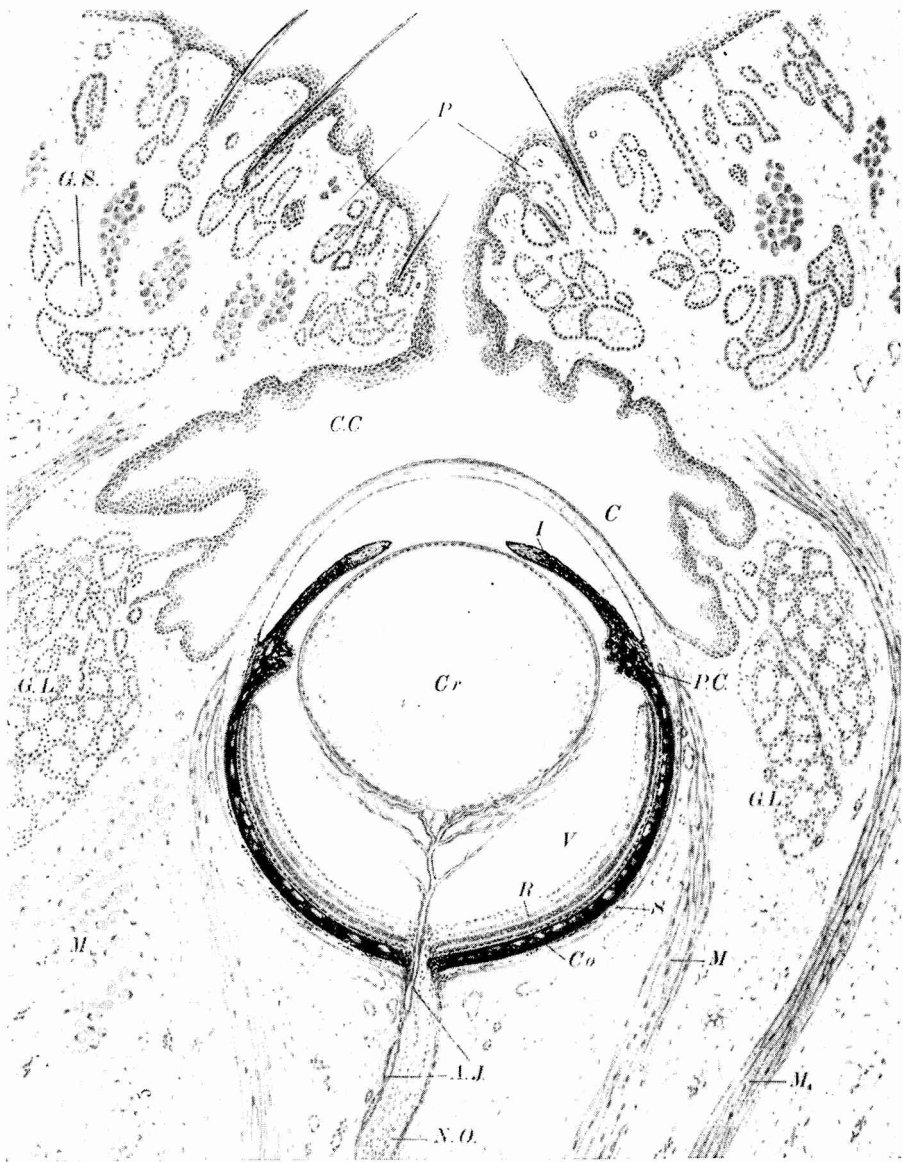
Fig. n. 2. — Palpebre e camera congiuntivale di *Potamogale velox* adulto (Ingr. microfot. 35 × circa). p, palpebra ; g.s., ghiandole sebacee ; p.c., grandi pieghe congiuntivali ; g.l., ghiandola di tipo lacrimale ; m₁, muscolo palpebrale ; m₂, muscoli orbicolari.

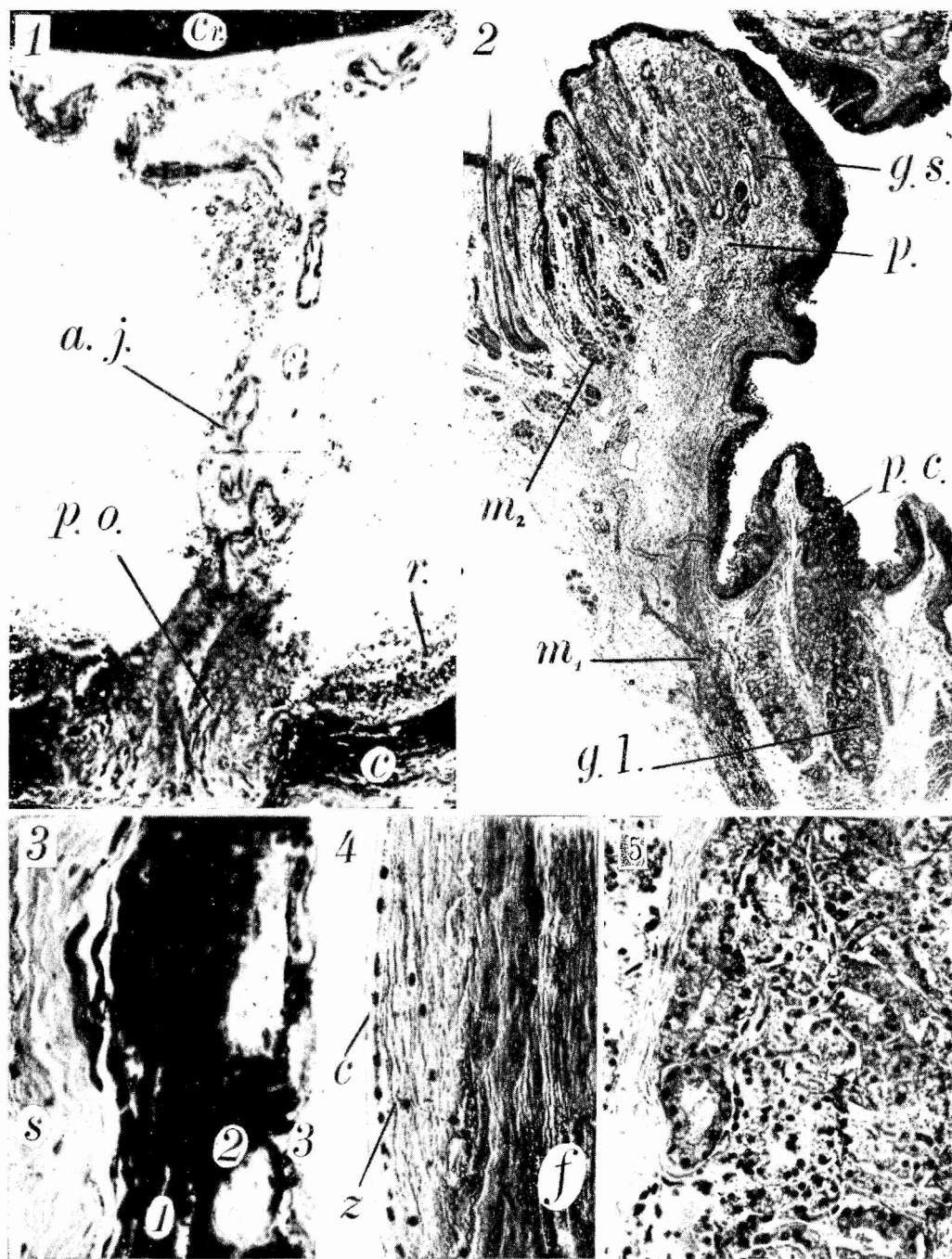
Fig. n. 3. — Corioidea di *Potamogale velox* adulto. (Ingr. microfot. 470 × circa). s, sclerotica ; 1, lamina sovracorioidea ; 2, lamina vascolosa ; 3, lamina corio-capillare.

Fig. n. 4. — Cristallino di *Potamogale velox* adulto. (Ingr. microfot. 260 × circa). c, capsula del cristallino ; n, zona dei nuclei ; f, fibre corticali.

Fig. n. 5. — Ghiandola anteriore di tipo lacrimale di *Potamogale velox* adulto. (Ingr. microfot. 260 × circa).







G. CR. — Morfologia degli organi della vista negli insettivori.